

대한민국특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0045567
Application Number

출원년월일 : 2002년 08월 01일
Date of Application AUG 01, 2002

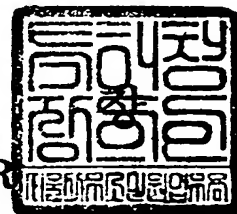
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 17 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.08.01
【국제특허분류】	G10L
【발명의 명칭】	신호간 상관계수 결정 장치 및 방법과 이를 이용한 신호 피치 결정 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Apparatus and method for determining a correlation coefficient between signals, and apparatus and method for determining a signal pitch thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이건형
【성명의 영문표기】	LEE, Geon Hyoun
【주민등록번호】	641124-1268611
【우편번호】	442-070
【주소】	경기도 수원시 팔달구 인계동 신반포아파트 101동 1201호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규 정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 22 면 22,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 28 항 1,005,000 원

【합계】 1,056,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 신호간 상관계수 결정 장치 및 방법과 이를 이용한 신호 피치 결정 장치 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치는 샘플링된 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 두 신호의 값을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 두 신호가 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 결정하고, 두 신호의 값을 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 를 결정하고, 확률 $P1$ 과 $P2$ 중에서 최대값을 구하여 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k 에 상응하는 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 M 개의 확률 $P3$ 의 값들을 결정하는 연산부; 및 M 개의 확률 $P3$ 의 값들을 더하여 두 신호간의 상관계수를 결정하는 덧셈부를 포함하여, 상관계수를 계산하는 속도 및 정확도가 향상되고 또한 하드웨어의 구성이 간단해지고 전력소모를 감소시키는 효과를 가진다.

【대표도】

도 3

【명세서】**【발명의 명칭】**

신호간 상관계수 결정 장치 및 방법과 이를 이용한 신호 피치 결정 장치 및 방법
{Apparatus and method for determining a correlation coefficient between signals, and
apparatus and method for determining a signal pitch thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 신호의 피치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2a 내지 도 2b는 퍼지 집합의 멤버쉽 함수들의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치의 실시예를 설명하기 위한 블록
도이다.

도 4는 도 3에 도시된 연산부의 구체예를 나타내는 블록도이다.

도 5는 도 3에 도시된 연산부의 다른 구체예를 나타내는 블록도이다.

도 6은 도 3에 도시된 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치를 이용한 신호
피치 결정 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 블록도이다.

도 7은 도 3에 도시된 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치에서 수행되는 상
관계수 결정 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 8은 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치에서 수행되는 상관계수 결정 방
법의 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 9는 도 6에 도시된 본 발명에 따른 신호피치 결정장치에서 수행되는 신호피치
결정방법의 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <10> 본 발명은 두 신호의 유사정도를 나타내는 계수인 상관계수를 결정하는 장치 및 그 방법과 이를 이용하여 유사한 신호가 반복되는 신호의 피치를 결정하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.
- <11> 음성 신호는 유사한 신호가 계속적으로 반복되는 성질이 있는데 유사 신호가 반복되는 주기를 피치(pitch)라고 한다. 도 1에 이러한 음성 신호의 피치의 예가 도시되어 있다.
- <12> 음성 부호화기, 음성인식 및 음성합성 등의 분야에서는 유사 신호가 반복되는 성질을 가지는 음성 신호를 부호화 및/또는 복호화하기 위해 피치를 구하는 알고리즘이 필요하다. 피치를 구하는 모든 알고리즘은 음성 신호와 한 피치 이전의 신호가 유사하다는 점을 이용한다. ITU의 G.723.1, G.729, 유럽 표준인 GSM 등에서는 한 음성 신호와 한 피치 이전의 음성신호 사이에 강한 상관도(correlation)가 존재한다는 점을 이용해서 피치를 구한다.
- <13> 그러나 종래의 방법을 이용하여 피치를 계산하기 위해서는 방대한 양의 곱셈 연산을 해야 하며, 피치를 구하는 계산량이 전체 부호화 계산의 약 25%를 차지할 정도로 방대한 계산량이 요구되는 문제점이 있다. 또한 피치를 구하는 종래의 알고리즘을 ASIC에서 하드웨어적으로 설계하여 처리하려면 많은 논리소자가 필요하며 CPU나 DSP에서 계산을 하는 경우에도 많은 전력을 소모하는 문제점이 있다. 특히 모바일 환경 하에서는 음

질의 저하 없이 음성신호의 부호화를 위한 계산량을 줄이는 기술이 필수적으로 요구된다

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<14> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 퍼지 논리를 이용하여 두 신호의 유사 정도를 나타내는 상관계수를 구함으로써 계산 속도 및 계산의 정확도가 향상되고 또한 하드웨어의 구성이 간단해지고 전력소모를 감소시키는 신호간 상관계수 결정 장치 및 그 방법을 제공하는데 있다.

<15> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 신호간 상관계수 결정 장치 및 방법을 이용하여 신호의 피치를 구함으로써 계산 속도 및 계산의 정확도가 향상되고 또한 하드웨어의 구성이 간단해지고 전력소모를 감소시키는 신호 피치 결정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<16> 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 신호간 상관계수 결정 장치는,

<17> 샘플링된 신호인 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 결정하고, 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에

각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 결정하고, 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k를 0에서 M-1까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M개의 상기 확률 P3들을 결정하는 연산부; 및 상기 연산부로부터 입력된 상기 M개의 상기 확률 P3들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부를 포함한다.

<18> 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 신호간 상관계수 결정 방법은,

<19> (a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k는 0에서 M-1까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제1 멤버십 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 P1을 구하는 단계; (b) 상기 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제2 멤버십 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 구하는 단계; (c) 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 구하는 단계; (d) 상기 k를 0에서 M-1까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M개의 상기 P3를 구하는 단계; 및 (e) 상기 M개의 P3를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계를 포함한다.

<20> 상기 다른 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 신호 퍼치 결정 장치는,

- <21> 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 시간축 상에서 상기 신호 $x[i+k]$ 의 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호인 $x[i-L+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제1 멤버십 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 결정하고, 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제2 멤버십 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 를 결정하고, 상기 확률 $P1$ 과 상기 확률 $P2$ 중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k 에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 결정하는 연산부; 및 상기 연산부로부터 입력된 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부를 포함하고,
- <22> 상기 연산부는 상기 L 의 값이 소정 범위에서 변화됨에 따라 각각의 L 값에 대하여 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 결정하여 상기 덧셈부로 출력하고 상기 덧셈부는 각각의 L 값에 대한 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 더하여 상관계수를 결정하여 다수의 상관계수를 출력하고,
- <23> 상기 덧셈부로부터 입력된 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L 을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 피치 결정부를 포함한다.
- <24> 상기 다른 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 신호 피치 결정 방법은,

<25> (a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 상기 신호 $x[i+k]$ 의 시간축상에서 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호 $x[i-L+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 구하는 단계; (b) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 를 구하는 단계; (c) 상기 확률 $P1$ 과 상기 확률 $P2$ 중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 구하는 단계; (d) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계; (e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계; (f) 상기 L 을 소정 범위에서 변화시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하여 수행하는 단계; 및 (g) 상기 (e)단계에서 구해진 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L 을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 단계를 포함한다.

<26> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 다음과 같이 설명한다.

<27> 먼저 퍼지논리(Fuzzy logic)에 대해 간단히 설명하면, 퍼지논리는 사실인 정도 (degree of truth)를 다루는 "정도의 개념"이다. 즉 전통적인 컴퓨터가 다루는 "참"이나 "거짓"이나 하는 바이너리(0 또는 1)의 불린(boolean) 논리의 한계를 극복하려는 개념이다. 예를 들면 '키가 크다'와 '키가 크지 않다'를 1과 0으로 표현할 때 "조금, 적당히, 매우...크다"로 표현시 0.2정도, 0.5정도, 0.8정도라고 표현할 수 있다. 여기서의 0.2,

0.5 등을 멤버쉽 그레이드(membership grade)라고 한다. 그리고 만약 "키가 큰 사람들의 집합"을 집합 A라 하면, 집합 A는 퍼지 집합이 된다. 그리고 키가 큰 정도를 결정하는 함수를 Tall(x)라 하고 다음과 같은 수학적식에 의해 정의된다고 가정한다.

<28> 【수학적식 1】 $Tall(x) = \{ 0, \quad \text{if height}(x) < 5 \text{ ft.},$

<29> $(\text{height}(x)-5\text{ft.})/2\text{ft.}, \quad \text{if } 5 \text{ ft.} \leq \text{height}(x) \leq 7 \text{ ft.},$

<30> $1, \quad \text{if height}(x) > 7 \text{ ft.} \}$

<31> 이 때 함수 Tall(x)는 퍼지 집합 A의 멤버쉽 함수라 한다. 위에서와 같이 정의된 함수 Tall(x)를 이용하면 사람들의 "키가 큰 정도"를 다음과 같이 표현할 수 있다. 즉, 갑이라는 사람의 키가 3피트 5인치라면, 갑의 "키가 큰 정도"는 "0"이 되고, 을의 키가 6피트 1인치라면 을의 "키가 큰 정도"는 "0.54"가 되며, 병의 키가 7피트 2인치라면 병의 "키가 큰 정도"는 "1"이 된다.

<32> 한편, 퍼지논리에서는 $\text{truth}(\text{not } x) = 1.0 - \text{truth}(x)$ 로, $\text{truth}(x \text{ and } y) = \text{minimum}(\text{truth}(x), \text{truth}(y))$ 로, $\text{truth}(x \text{ or } y) = \text{maximum}(\text{truth}(x), \text{truth}(y))$ 의 논리식으로 정의된다. 여기서 "truth(x)"는 x가 참일 확률 또는 x가 어떤 퍼지 집합의 멤버쉽 함수이다.

<33> 이하에서는 전술한 퍼지논리를 이용한 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치를 도 2a 내지 도 5를 참조하여 설명한다.

<34> 먼저, 본 발명의 실시예에서 사용되는 두 신호간의 유사정도를 나타내는 상관계수를 "두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률"이라 정의한다.

<35> 샘플링된 신호 $x[i]$ 및 신호 $y[j]$ 가 $-R$ 에서 R 까지 변하는 값을 가지는 경우에 큰 값을 가지는 신호의 퍼지 집합을 집합 L 이라 하고 작은 값을 가지는 신호의 집합을 집합 S 라 한다. 집합 L 및 집합 S 의 멤버쉽 함수를 각각 μ_L 및 μ_S 라 한다. 여기서 i, j 는 시간축상에서의 샘플의 순서를 나타내는 변수이다. 도 2a는 멤버쉽 함수 μ_L 을 나타내는 도면이고 도 2b는 멤버쉽 함수 μ_S 를 나타내는 도면으로서 각 함수의 수학적식은 다음과 같다.

<36> **【수학식 2】** $\mu_L(x) = (x+R)/2R$

<37> $\mu_S(x) = (-x+R)/2R$

<38> 전술한 상관계수의 정의를 퍼지 집합 L, S 를 포함하는 논리식으로 나타내면 다음 수학적식과 같다.

<39> **【수학식 3】** $(L_x \cap L_y) \cup (S_x \cap S_y)$

<40> 그리고 상기 수학식 3을 퍼지 논리식으로 나타내면 다음 수학적식과 같게 된다.

<41> **【수학식 4】** $\max[\min(\mu_L(x), \mu_L(y)), \min(\mu_S(x), \mu_S(y))]$

<42> 상기 수학식 4를 퍼지 논리에 따라 해석해보면, $\min(\mu_L(x), \mu_L(y))$ 는 신호 $x[i]$ 와 $y[j]$ 가 모두 큰 값을 가질 확률을 나타내고, $\min(\mu_S(x), \mu_S(y))$ 는 신호 $x[i]$ 와 $y[j]$ 가

모두 작은 값을 가질 확률을 나타낸다. 그리고 수학적식 4 의 값은 신호 $x[i]$ 및 $y[j]$ 가 모두 큰 값을 가지거나 신호 $x[i]$ 및 $y[j]$ 가 모두 작은 값을 가질 확률을 나타낸다.

<43> 신호 x 와 신호 y 간의 상관계수를 M 개의 신호 x 의 샘플과 M 개의 신호 y 의 샘플을 대상으로 하여 상기 수학적식 2와 상기 수학적식 4를 이용하여 정리하면 다음 수학적식과 같다.

<44> **【수학적식 5】** $C_{fussy}(x[i],y[j],M)=$

$$<45> \frac{1}{2} + \frac{1}{2MR} \sum_{k=0}^{M-1} \max[\min(x[i+k],y[j+k]),\min(-x[i+k],-y[j+k])]$$

<46> 두 신호간의 상관계수의 계산에 있어서 상관계수의 정확한 값을 불필요하므로 상기 수학적식 5에서 상수항과 상수계수를 제거하면 다음 수학적식과 같이 상관계수가 결정된다.

<47> **【수학적식 6】** $C_{fussy}(x[i],y[j],M)=\sum_{k=0}^{M-1} \max[\min(x[i+k],y[j+k]),\min(-x[i+k],-y[j+k])]$

<48> 수학적식 6에서 볼 수 있듯이 상기 식에 의한 상관계수의 연산은 입력 신호 값들을 대상으로 최대값, 최소값을 구하는 연산 및 덧셈 연산만 필요하며 곱셈연산은 필요가 없으므로 종래에 비해 연산량이 줄게되고 따라서 상관계수를 빨리 구할 수 있게 된다.

<49> 상기 수학적식 6에 의해 일반적인 두 신호 x 와 y 간의 상관계수를 구할 수 있다. 또한 x 가 음성신호인 경우에는 신호 $x[i]$ 와 신호 y 대신에 신호 $x[i]$ 의 시간축상에서 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 $x[i-L]$ 을 대상으로 상기 수학적식 6을 적용하여 다음의 수학적식 7에 의해 두 신호간의 상관계수를 구할 수 있다.

<50> **【수학적식 7】** $C_{fussy}(x[i],x[i-L],M)=$

$$\langle 51 \rangle \sum_{k=0}^{M-1} \max[\min(x[i+k], x[i-L+k]), \min(-x[i+k], -x[i-L+k])]]$$

$\langle 52 \rangle$ 또한 상기 수학식 7을 이용하여 음성신호 x 의 피치를 구할 수 있다. 즉, 상기 수학식 7에서 L 을 소정 범위에서 변화시키면서 각각의 L 값에 따라 해당하는 상관계수를 구하고 그 중 상관계수가 최대값이 되는 경우의 L 의 값이 음성신호의 피치가 된다. L 의 변화 범위는 예컨대, 신호 x 의 샘플링 레이트가 8000 샘플/초 인 경우에 약 20 샘플에서 147 샘플사이로 할 수 있다.

$\langle 53 \rangle$ 도 3은 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치의 실시예를 설명하기 위한 블록도로서, 신호간 상관계수 결정 장치(300)는 연산부(100) 및 덧셈부(200)로 구성된다.

$\langle 54 \rangle$ 연산부(100)는 소정의 샘플링 레이트로 각각 샘플링된 신호인 신호 $x[i]$, $x[i+1], \dots, x[i+M-1]$ 및 신호 $y[j]$, $y[j+1], \dots, y[j+M-1]$ 을 입력받는다.

$\langle 55 \rangle$ 연산부(100)는 다음과 같이 동작한다.

$\langle 56 \rangle$ 1. $x[i]$ 및 $y[j]$ 을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 결정한다. 제1 멤버쉽 함수 u_L 은 예컨대 도 2a에 도시된 함수를 사용할 수 있다. 물론 다른 형태의 함수도 가능하다.

$\langle 57 \rangle$ 만약 제1 멤버쉽 함수 u_L 이 도 2a에 도시된 함수이면, 확률 $P1$ 은 $x[i]$ 및 $y[j]$ 중 최소값이 된다.

$\langle 58 \rangle$ 2. $x[i]$ 및 $y[j]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질

확률 P2를 결정한다. 제2 멤버쉽 함수 u_S 은 예컨대 도 2b에 도시된 함수를 사용할 수 있다. 물론 다른 형태의 함수도 가능하다.

<59> 만약 제1 멤버쉽 함수 u_S 가 도 2b에 도시된 함수이면, 확률 P2는 $-x[i]$ 및 $-y[j]$ 중 최소값이 된다.

<60> 3. 연산부(100)는 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 두 신호 $x[i]$ 및 $y[j]$ 가 모두 큰 값을 가지거나 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 결정하여 덧셈부(200)로 출력한다.

<61> 4. 연산부(100)는 $x[i+1]$ 과 $y[j+1]$ 내지 $x[i+M-1]$ 과 $y[j+M-1]$ 의 각각에 대해 상기 1내지 3의 과정을 수행하여 모두 M개의 확률 P3들을 결정하여 덧셈부(200)로 출력한다.

<62> 덧셈부(200)는 연산부(100)로부터 입력된 M개의 확률 P3들을 더하여 두 신호 x와 y의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하게 된다.

<63> 도 4는 도 3에 도시된 연산부(100)의 실시예를 나타내는 블록도로서, 부호 판단부(110) 및 최대값 결정부(120)로 구성된다.

<64> 한편, 확률 P3를 구하는 수학식 6은 신호 x와 y의 부호에 따라 다음의 표에서와 같이 간단하게 구할 수 된다.

<65> 【표 1】

$x[i+k]$	$y[j+k]$	P3
+	+	$\min(x[i+k], y[j+k])$
-	-	$\min(-x[i+k], -y[j+k])$
+	-	$-\min(x[i+k], -y[j+k])$
-	+	$-\min(-x[i+k], y[j+k])$

- <66> 따라서 상기 표에 따라 수학적 식 6에 따라 확률 P3를 결정하는 연산부(100)를 도 4에 도시된 바와 같이 구현할 수 있게 된다.
- <67> 즉, 부호 판단부(110)는 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 부호를 판단하여 부호 정보를 출력한다.
- <68> 최대값 결정부(120)는 부호 판단부(110)로부터 두 신호의 부호정보 및 신호의 값을 입력받아 상기 표에 따라 확률 P3를 구한다.
- <69> 도 5는 도 3에 도시된 연산부(100)의 다른 실시예를 나타내는 블록도로서, 제1 최소값 연산부(130), 제2 최소값 연산부(140) 및 최대값 연산부(150)로 구성된다.
- <70> 제1 최소값 연산부(130)는 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 입력받아 그 중 최소값을 결정하여 출력한다.
- <71> 제2 최소값 연산부(140)는 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 입력받아 각각의 신호에 음수를 취한 값중에서 최소값을 결정하여 출력한다.
- <72> 최대값 연산부(150)는 제1 최소값 연산부(130)로부터 출력된 값과 제2 최소값 연산부(140)로부터 출력된 값을 입력받아 그 중 최대값을 결정하여 확률 P3를 결정한다.
- <73> 도 6은 도 3에 도시된 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치를 이용한 신호 피치 결정 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 블록도로서, 상관계수 연산장치(320) 및 피치 결정부(350)로 구성된다.
- <74> 먼저, 상관계수 연산장치(320)의 구성은 도 3에 도시된 바와 같이 연산부(100) 및 덧셈부(200)로 구성되고, 연산부(100)의 구체 실시예는 이미 설명된 바와 같이 도 4와 도 5에 도시되어 있다.

<75> 그러나 도 3에 도시된 상관계수 연산장치(300)의 동작 설명에 있어서는 하나의 상관계수를 출력하는 실시예를 설명하였으나 도 6의 상관계수 연산장치(320)의 동작은 신호 s 의 피치를 구하기 위해 다수개의 상관계수를 연산하여 출력한다는 점에서 차이가 있다. 즉, 상관계수 연산장치(320)는 먼저 샘플링된 신호 $s[i+k]$ 와 시간축상에서 $s[i+k]$ 의 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 $s[i-L+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아 전술한 바와 같은 동작을 수행하여 하나의 상관계수를 결정한다. 그 다음으로, L 의 값이 변화된 일련의 샘플 신호들을 입력받는다. 예컨대 이전의 신호가 $s[i+k]$ 와 $s[i-50+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)였다면 L 이 1만큼 증가된 경우에는 현재의 신호는 $s[i+k]$ 와 $s[i-51+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)가 된다. 상관계수 연산장치(320)는 다시 새로운 $s[i+k]$ 와 $s[i-L+k]$ 에 대해 상관계수를 결정한다. 이와 같이 소정범위에서 L 의 값이 변화됨에 따라 각각의 L 값에 대하여 상관계수를 결정하여 다수의 상관계수를 피치 결정부(350)로 출력한다. 이와 같이 다수의 상관계수를 구하기 위해서 상관계수 연산장치(320)의 입력 샘플 신호로 $s[-PitchMax]$, $s[-PitchMax+1]$, ..., $s[M-1]$ 의 $PitchMax+M$ 개의 샘플 값이 준비되어야 한다. 여기서 $PitchMax$ 는 L 이 $PitchMin$ 에서 $PitchMax$ 까지의 범위를 가질 때의 L 의 상한값에 해당한다. 샘플링 레이트가 8000샘플/초 인 경우에 $PitchMin$ 은 20, $PitchMax$ 은 147정도로 할 수 있으며, 상관계수 결정 및/또는 피치 탐색을 위한 신호 구간 M 은 120 샘플 정도로 함이 바람직하다.

<76> 피치 결정부(350)는 상관계수 연산장치(320)로부터 입력된 다수의 상관계수들 중에서 최대값을 결정하고, 상관계수값을 최대가 되게 하는 L 을 신호 s 의 피치로 결정한다.

<77> 도 7은 도 3에 도시된 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치에서 수행되는 상관계수 결정 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

- <78> 먼저 연산부(100)는 샘플링된 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받는다(제410 단계).
- <79> 덧셈부(200)에서의 변수 sum 과 연산부(100)에서의 변수 k 를 0으로 설정한다(제420 단계).
- <80> $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제1 멤버십 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 으로 결정한다(제430 단계).
- <81> $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제2 멤버십 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 로 결정한다(제440 단계).
- <82> 연산부(100)는 확률 $P1$ 과 확률 $P2$ 중에서 최대값을 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 로 결정한다(제450 단계).
- <83> 제450 단계 후에 덧셈부(200)는 연산부(100)로부터 제450 단계에서 구해진 확률 $P3$ 를 입력받아 변수 sum 을 $sum+P3$ 를 하여 새로운 sum 을 구한다(제460 단계).
- <84> 연산부(100)는 변수 k 를 1만큼 증가시킨다(제470 단계).
- <85> 연산부(100)는 변수 k 가 M 보다 작은지 여부를 판단한다(제480 단계).
- <86> 제480 단계에서의 판단결과 변수 k 가 M 보다 작다면 제 430 단계로 복귀하여 제 430 단계 내지 제480 단계를 변수 k 가 M 보다 작지 않을 때까지 반복하여 수행한다.
- <87> 만약 변수 k 가 M 보다 작지 않다면 덧셈부(200)는 변수 sum 의 값을 상관계수 C 의 값으로 결정한다(제490 단계).

- <88> 도 8은 도 4 또는 도 5에 도시된 연산부(100)의 실시예를 포함하는 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치에서 수행되는 상관계수 결정 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.
- <89> 먼저 연산부(100)는 샘플링된 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ (k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받는다(제510 단계).
- <90> 덧셈부(200)에서의 변수 sum 과 연산부(100)에서의 변수 k 를 0으로 설정한다(제520 단계).
- <91> 연산부(100)는 $x[i+k]$ 를 변수 s 로, $y[j+k]$ 를 변수 t 로 설정한다(제530 단계).
- <92> 연산부(100)는 $\max(\min(s,t), \min(-s,-t))$ 를 연산하고 그 값을 변수 tmp 로 설정한다(제540 단계). tmp 를 연산하는 동작은 도 4에 도시된 연산부의 그것과 도 5에 도시된 연산부의 그것에 차이가 있으며 그 연산 동작은 전술한 바와 같다.
- <93> 제540 단계 후에 덧셈부(200)는 연산부(100)로부터 제540 단계에서 구해진 tmp 를 입력받아 변수 sum 을 $sum+tmp$ 를 하여 새로운 sum 을 구한다(제550 단계).
- <94> 연산부(100)는 변수 k 를 1만큼 증가시킨다(제560 단계).
- <95> 연산부(100)는 변수 k 가 M 보다 작은지 여부를 판단한다(제570 단계).
- <96> 제570 단계에서의 판단결과 변수 k 가 M 보다 작다면 제 530 단계로 복귀하여 제 530 단계 내지 제570 단계를 변수 k 가 M 보다 작지 않을 때까지 반복하여 수행한다.
- <97> 만약 변수 k 가 M 보다 작지 않다면 덧셈부(200)는 변수 sum 의 값을 상관계수 C 의 값으로 결정한다(제580 단계).

- <98> 도 9는 도 6에 도시된 본 발명에 따른 신호피치 결정장치에서 수행되는 신호피치 결정방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.
- <99> 먼저 상관계수 결정장치(320)는 신호 x 의 샘플링된 일련의 신호 $x[-PitchMax]$, $x[-PitchMax+1], \dots, x[M-1]$ 를 입력받는다(제610 단계).
- <100> 상관계수 결정장치(320)는 탐색범위를 나타내는 변수 L 을 $PitchMin$ 으로 설정하고, 피치 결정부(350)는 피치를 나타내는 변수 P 를 $PitchMin$ 으로, 상관계수중 최대값인 상관계수를 나타내는 변수 $CMax$ 를 0로 설정한다(제620 단계).
- <101> 상관계수 결정장치(320)는 상관계수 C 를 x , M 및 L 을 변수로 하여 계산한다(제630 단계). 상관계수 C 의 계산은 전술한 도 7 내지 도 8을 참조하여 설명한 바와 같다.
- <102> 피치 결정부(350)는 제630 단계에서 구한 상관계수를 나타내는 변수 C 가 $CMax$ 보다 큰지 여부를 판단한다(제640 단계).
- <103> 제640 단계에서의 판단결과 변수 C 가 $CMax$ 보다 크면 변수 P 는 변수 L 의 값으로 새로이 설정하고, 변수 $CMax$ 는 변수 C 로 새로이 설정한다(제650 단계).
- <104> 제640 단계에서의 판단결과 변수 C 가 $CMax$ 보다 크지 않으면 상관계수 결정장치(320)는 변수 L 을 1만큼 증가시킨다(제660 단계).
- <105> 상관계수 결정장치(320)는 변수 L 이 $PitchMax$ 보다 작거나 같은지 여부를 판단한다(제670 단계).
- <106> 제670 단계에서의 판단결과 변수 L 이 $PitchMax$ 보다 작거나 같으면 제 630 단계로 복귀하여 제630 단계 내지 제670 단계를 변수 L 이 $PitchMax$ 보다 클 때까지 반복하여 수행한다.

<107> 제670 단계에서의 판단결과 변수 L이 PitchMax보다 크면 피치 결정부(350)는 변수 P의 값을 신호 x의 피치값으로 결정한다(제680 단계).

<108> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는, ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.

【발명의 효과】

<109> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 신호간 상관계수 결정 장치 및 방법과 이를 이용한 신호 피치 결정 장치 및 방법은 퍼지 논리를 이용하여 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하고, 이렇게 구한 상관계수를 이용하여 유사신호가 반복되는 특성을 가지는 신호의 피치를 구함으로써 상관계수 및 피치를 계산하는 속도 및 정확도가 향상되고 또한 하드웨어의 구성이 간단해지고 전력소모를 감소시키는 효과를 가진다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 상기 신호 $x[i+k]$ 의 시간축상에서 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호 $x[i-L+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 구하는 단계;

(b) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 를 구하는 단계;

(c) 상기 확률 $P1$ 과 상기 확률 $P2$ 중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 구하는 단계;

(d) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계;

(e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계;

(f) 상기 L 을 소정범위에서 변화시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하여 수행하는 단계; 및

(g) 상기 (e)단계에서 구해진 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L 을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 제1 멤버쉽 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고 상기 제2 멤버쉽 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ (R 은 양의 실수이고 $-R \leq w \leq R$)이며, 상기 제1 멤버쉽 함수와 상기 제2 멤버쉽 함수를 이용하여 상기 (a)단계 및 상기 (b)단계를 수행하여,

상기 두 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P1으로 하고,

상기 두 신호 $x[i+k]$ 와 $x[i-L+k]$ 에 음의 부호를 취한 $-x[i+k]$ 및 $-x[i-L+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P2로 하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

【청구항 3】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 다음의 수식에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 구하는 단계;

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(x[i-L+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(x[i-L+k]))]$$

(상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수, 상기 u_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수이고 상기 u_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수이다.)

(b) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계를 반복하여 M 개의 상기 P3를 구하는 단계;

(c) 상기 M 개의 P3를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계;

(d) 상기 L을 소정범위에서 변화시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하여 수행하는 단계; 및

(e) 상기 (e)단계에서 구해진 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

【청구항 4】

제3 항에 있어서, 상기 제1 멤버쉽 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고, 상기 제2 멤버쉽 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ 이며,

상기 (a)단계에서 상기 제1 멤버쉽 함수와 상기 제2 멤버쉽 함수를 상기 수식에 적용하여 상기 확률 P3는 수식

$$\max[\min(x[i+k], x[i-L+k]), \min(-x[i+k], -x[i-L+k])]]$$

에 의해 구해지는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

【청구항 5】

제4 항에 있어서, 상기 (a)단계는,

(a1) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 의 부호를 판단하는 단계; 및

(a2) 상기 두 신호의 부호정보와 상기 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 입력받아 다음의 표에 따라 상기 확률 P3를 구하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

$x[i+k]$	$x[i-L+k]$	P3
+	+	$\min(x[i+k], x[i-L+k])$
-	-	$\min(-x[i+k], -x[i-L+k])$
+	-	$-\min(x[i+k], -x[i-L+k])$
-	+	$-\min(-x[i+k], x[i-L+k])$

【청구항 6】

제4 항에 있어서, 상기 (a)단계는,

(a1) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 중에서 최소값을 구하는 단계;

(a2) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 에 음수를 취한 값중에서 최소값을 구하는 단계; 및

(a3) 상기 (a1)단계에서 구한 값과 상기 (a2)단계에서 구한 값중에서 최대값을 구하여 상기 확률 P3를 구하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법.

【청구항 7】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k는 0에서 M-1까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 P1을 구하는 단계;

(b) 상기 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 구하는 단계;

(c) 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 구하는 단계;

(d) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계; 및

(e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

【청구항 8】

제7 항에 있어서, 상기 제1 멤버쉽 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고 상기 제2 멤버쉽 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ (R 은 양의 실수이고 $-R \leq w \leq R$)이며, 상기 제1 멤버쉽 함수와 상기 제2 멤버쉽 함수를 이용하여 상기 (a)단계 및 상기 (b)단계를 수행하여,

상기 두 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 중 최소값을 상기 확률 $P1$ 으로 하고,

상기 두 신호 $x[i+k]$ 와 $y[j+k]$ 에 음의 부호를 취한 $-x[i+k]$ 및 $-y[j+k]$ 중 최소값을 상기 확률 $P2$ 로 하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

【청구항 9】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 다음의 수식에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 구하는 단계;

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(y[j+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(y[j+k]))]$$

(상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수, 상기 u_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수이고 상기 u_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수이다.)

(b) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계; 및

(c) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

【청구항 10】

제9 항에 있어서, 상기 제1 멤버쉽 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고, 상기 제2 멤버쉽 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ 이며,

상기 (a)단계에서 상기 제1 멤버쉽 함수와 상기 제2 멤버쉽 함수를 상기 수식에 적용하여 상기 확률 $P3$ 는 수식

$$\max[\min(x[i+k], y[j+k]), \min(-x[i+k], -y[j+k])]$$

에 의해 구해지는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

【청구항 11】

제10 항에 있어서, 상기 (a)단계는,

(a1) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 부호를 판단하는 단계; 및

(a2) 상기 두 신호의 부호정보와 상기 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 입력받아 다음의 표에 따라 상기 확률 $P3$ 를 구하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

$x[i+k]$	$y[j+k]$	$P3$
+	+	$\min(x[i+k], y[j+k])$
-	-	$\min(-x[i+k], -y[j+k])$
+	-	$-\min(x[i+k], -y[j+k])$
-	+	$-\min(-x[i+k], y[j+k])$

【청구항 12】

제10 항에 있어서, 상기 (a)단계는,

(a1) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 중에서 최소값을 구하는 단계;

(a2) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 에 음수를 취한 값 중에서 최소값을 구하는 단계;

및

(a3) 상기 (a1)단계에서 구한 값과 상기 (a2)단계에서 구한 값 중에서 최대값을 구하여 상기 확률 P3를 구하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법.

【청구항 13】

샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 시간축 상에서 상기 신호 $x[i+k]$ 의 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호인 $x[i-L+k]$ (상기 k는 0에서 M-1까지의 정수)를 입력받아, 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 P1을 결정하고, 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 결정하고, 상기 확률 P1과 상기 확률 P2 중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k를 0에서 M-1까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M개의 상기 확률 P3들을 결정하는 연산부; 및

상기 연산부로부터 입력된 상기 M개의 상기 확률 P3들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부를 포함하고,

상기 연산부는 상기 L의 값이 소정 범위에서 변화됨에 따라 각각의 L 값에 대하여 상기 M개의 상기 확률 P3들을 결정하여 상기 덧셈부로 출력하고 상기 덧셈부는 각각의 L 값에 대한 상기 M개의 상기 확률 P3들을 더하여 상관계수를 결정하여 다수의 상관계수를 출력하고,

상기 덧셈부로부터 입력된 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 피치 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

【청구항 14】

제13 항에 있어서, 상기 제1 멤버십 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고 상기 제2 멤버십 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ (R 은 양의 실수이고 $-R \leq w \leq R$)이며, 상기 제1 멤버십 함수와 상기 제2 멤버십 함수를 이용하여 상기 연산부는 상기 확률 P1 및 상기 확률 P2를 구하는 동작을 수행하여,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P1으로 하고,

상기 신호 $x[i+k]$ 와 $x[i-L+k]$ 에 음의 부호를 취한 $-x[i+k]$ 및 $-x[i-L+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P2로 하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

【청구항 15】

샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 시간축 상에서 상기 신호 $x[i+k]$ 의 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호인 $x[i-L+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 아래의 수식

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(x[i-L+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(x[i-L+k]))]$$

(상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수, 상기 μ_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수이고 상기 μ_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수이다.)

에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k 에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 결정하는 연산부; 및

상기 연산부로부터 입력된 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부;를 포함하고,

상기 연산부는 상기 L 의 값이 소정 범위에서 변화됨에 따라 각각의 L 값에 대하여 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 결정하여 상기 덧셈부로 출력하고 상기 덧셈부는 각각의 L 값에 대한 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 더하여 상관계수를 결정하여 다수의 상관계수를 출력하고,

상기 덧셈부로부터 입력된 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L 을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 피치 결정부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

【청구항 16】

제15 항에 있어서, 상기 제1 멤버쉽 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고, 상기 제2 멤버쉽 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ 이며,

상기 연산부는 상기 제1 멤버쉽 함수와 상기 제2 멤버쉽 함수를 이용하여 상기 확률 $P3$ 를 아래의 수식

$$\max[\min(x[i+k], x[i-L+k]), \min(-x[i+k], -x[i-L+k])]$$

에 의해 결정하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

【청구항 17】

제16 항에 있어서, 상기 연산부는,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 의 부호를 판단하는 부호 판단부; 및

상기 부호 판단부로부터 상기 두 신호의 부호정보와 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 입력받아 다음의 표에 따라 상기 확률 $P3$ 를 구하는 최대값 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

$x[i+k]$	$x[i-L+k]$	$P3$
+	+	$\min(x[i+k], x[i-L+k])$
-	-	$\min(-x[i+k], -x[i-L+k])$
+	-	$-\min(x[i+k], -x[i-L+k])$
-	+	$-\min(-x[i+k], x[i-L+k])$

【청구항 18】

제16 항에 있어서, 상기 연산부는,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 입력받아 그 중 최소값을 결정하여 출력하는 제1 최소값 연산부;

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 를 입력받아 각각의 신호에 음수를 취한 값중 최소값을 결정하여 출력하는 제2 최소값 연산부; 및

상기 제1 최소값 연산부로부터 출력된 값과 상기 제2 최소값 연산부로부터 출력된 값을 입력받아 그 중 최대값을 결정하여 상기 확률 P3를 결정하는 최대값 연산부를 포함함을 특징으로 하는 신호 피치 결정 장치.

【청구항 19】

샘플링된 신호인 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 을 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제1 멤버십 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 P1을 결정하고, 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제2 멤버십 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 결정하고, 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 각각의 k 에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M 개의 상기 확률 P3들을 결정하는 연산부; 및

상기 연산부로부터 입력된 상기 M개의 상기 확률 P3들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

【청구항 20】

제19 항에 있어서, 상기 제1 멤버십 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고 상기 제2 멤버십 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ (R 은 양의 실수이고 $-R \leq w \leq R$)이며, 상기 제1 멤버십 함수와 상기 제2 멤버십 함수를 이용하여 상기 연산부는 상기 확률 P1 및 상기 확률 P2를 구하는 동작을 수행하여,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P1으로 하고,

상기 신호 $x[i+k]$ 와 $y[j+k]$ 에 음의 부호를 취한 $-x[i+k]$ 및 $-y[j+k]$ 중 최소값을 상기 확률 P2로 하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

【청구항 21】

샘플링된 신호인 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 입력받아, 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 아래의 수식

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(y[j+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(y[j+k]))]$$

(상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수, 상기 u_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제1 멤버십 함수이고 상기 u_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버십 함수인 제2 멤버십 함수이다.)

에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 결정하는 동작을 수행하되, 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증

가시키면서 각각의 k 에 상응하는 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 쌍에 대해 상기 동작을 반복하여 수행하여 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 결정하는 연산부; 및

상기 연산부로부터 입력된 상기 M 개의 상기 확률 $P3$ 들을 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 결정하는 덧셈부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

【청구항 22】

제21 항에 있어서, 상기 제1 멤버십 함수가 $u_L(w)=(w+R)/2R$ 이고, 상기 제2 멤버십 함수가 $u_S(w)=(-w+R)/2R$ 이며,

상기 연산부는 상기 제1 멤버십 함수와 상기 제2 멤버십 함수를 이용하여 상기 확률 $P3$ 를 아래의 수식

$$\max[\min(x[i+k],y[j+k]),\min(-x[i+k],-y[j+k])]$$

에 의해 결정하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

【청구항 23】

제22 항에 있어서, 상기 연산부는,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 의 부호를 판단하는 부호 판단부; 및

상기 부호 판단부로부터 상기 두 신호의 부호정보와 상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 입력받아 다음의 표에 따라 상기 확률 $P3$ 를 구하는 최대값 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

$x[i+k]$	$y[j+k]$	P3
+	+	$\min(x[i+k], y[j+k])$
-	-	$\min(-x[i+k], -y[j+k])$
+	-	$-\min(x[i+k], -y[j+k])$
-	+	$-\min(-x[i+k], y[j+k])$

【청구항 24】

제22 항에 있어서, 상기 연산부는,

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 입력받아 그 중 최소값을 결정하여 출력하는 제1 최소값 연산부;

상기 신호 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 를 입력받아 각각의 신호에 음수를 취한 값중 최소값을 결정하여 출력하는 제2 최소값 연산부; 및

상기 제1 최소값 연산부로부터 출력된 값과 상기 제2 최소값 연산부로부터 출력된 값을 입력받아 그 중 최대값을 결정하여 상기 확률 P3를 결정하는 최대값 연산부를 포함함을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 장치.

【청구항 25】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 상기 신호 $x[i+k]$ 의 시간축상에서 L 샘플 이전의 신호에 해당하는 신호 $x[i-L+k]$ (상기 k는 0에서 M-1까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $x[i-L+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 P1을 구하는 단계;

(b) 상기 신호 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P2를 구하는 단계;

(c) 상기 확률 P1과 상기 확률 P2중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 구하는 단계;

(d) 상기 k를 0에서 M-1까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M개의 상기 P3를 구하는 단계;

(e) 상기 M개의 P3를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계;

(f) 상기 L을 소정범위에서 변화시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하여 수행하는 단계; 및

(g) 상기 (e)단계에서 구해진 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 26】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $x[i-L+k]$ 를 다음의 수식에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 P3를 구하는 단계;

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(x[i-L+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(x[i-L+k])))]$$

(상기 k는 0에서 M-1까지의 정수, 상기 μ_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수이고 상기 μ_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수이다.)

(b) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계;

(e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계;

(f) 상기 L 을 소정범위에서 변화시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하여 수행하는 단계; 및

(g) 상기 (e)단계에서 구해진 다수의 상관계수들 중에서 최대인 값에 대응되는 L 을 상기 신호 $x[i+k]$ 의 피치로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 피치 결정 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 27】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ (상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수)를 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수 u_L 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 $x[i+k]$ 및 $y[j+k]$ 신호들이 모두 큰 값을 가질 확률 $P1$ 을 구하는 단계;

(b) 상기 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수 u_S 에 각각 적용하여 그 중 최소값을 구하여 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P2$ 를 구하는 단계;

(c) 상기 확률 $P1$ 과 상기 확률 $P2$ 중에서 최대값을 구하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 구하는 단계;

(d) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계; 및

(e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 28】

(a) 샘플링된 신호인 $x[i+k]$ 및 신호 $y[j+k]$ 를 다음의 수식에 적용하여 상기 두 신호가 모두 큰 값을 가지거나 상기 두 신호가 모두 작은 값을 가질 확률 $P3$ 를 구하는 단계;

$$\max[\min(\mu_L(x[i+k]), \mu_L(y[j+k])), \min(\mu_S(x[i+k]), \mu_S(y[j+k]))]$$

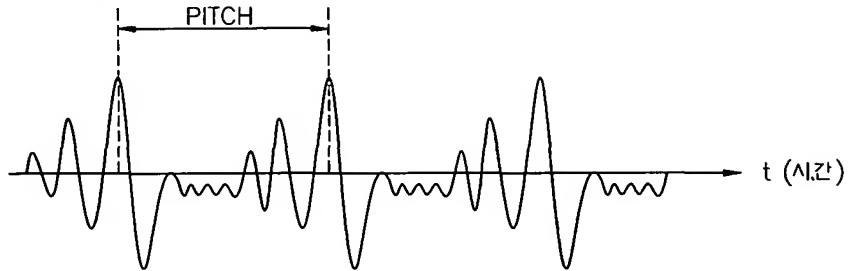
(상기 k 는 0에서 $M-1$ 까지의 정수, 상기 μ_L 은 큰 값을 가지는 제1 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제1 멤버쉽 함수이고 상기 μ_S 는 작은 값을 가지는 제2 퍼지 집합의 멤버쉽 함수인 제2 멤버쉽 함수이다.)

(b) 상기 k 를 0에서 $M-1$ 까지 정수 단위로 증가시키면서 상기 (a)단계를 반복하여 M 개의 상기 $P3$ 를 구하는 단계; 및

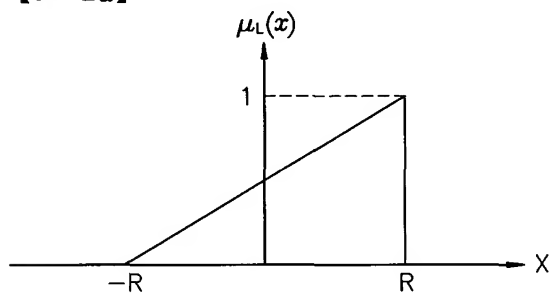
(e) 상기 M 개의 $P3$ 를 더하여 상기 두 신호의 유사정도를 나타내는 상관계수를 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호간 상관계수 결정 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

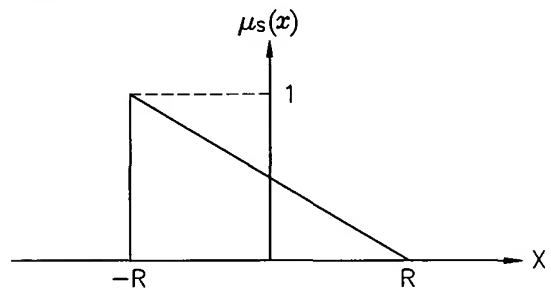
【도 1】



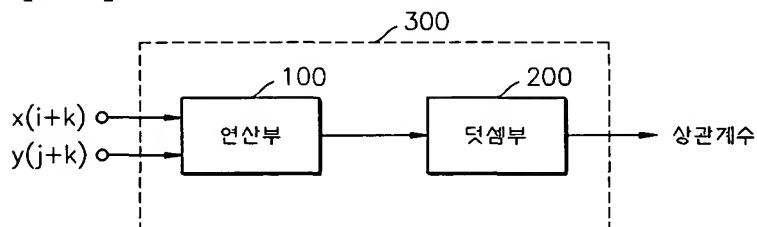
【도 2a】



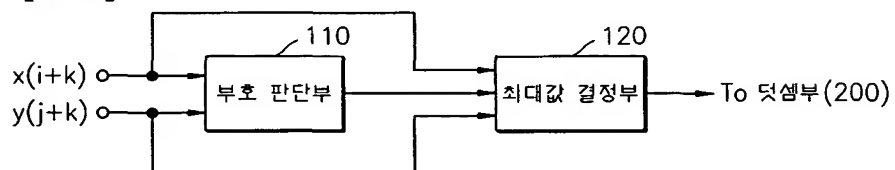
【도 2b】



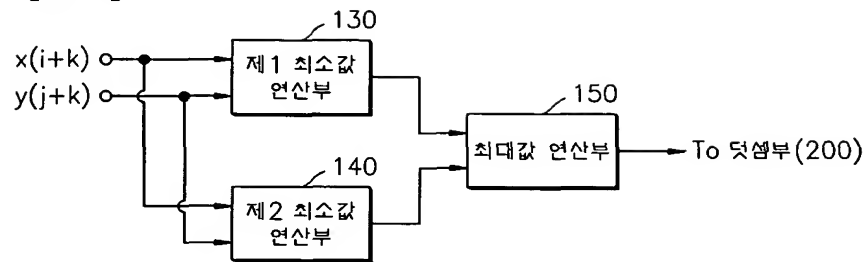
【도 3】



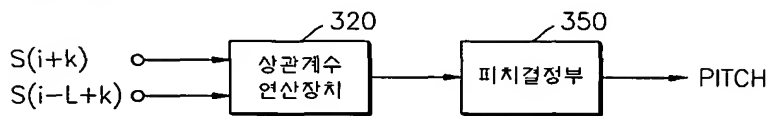
【도 4】



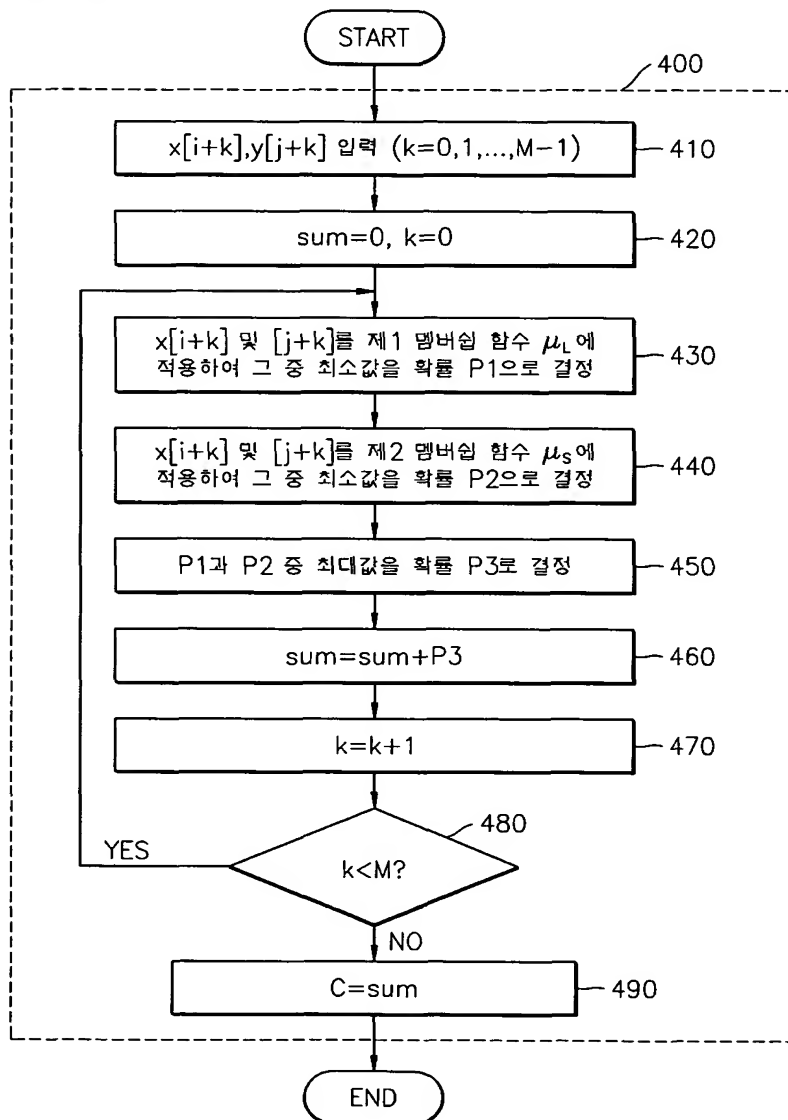
【도 5】



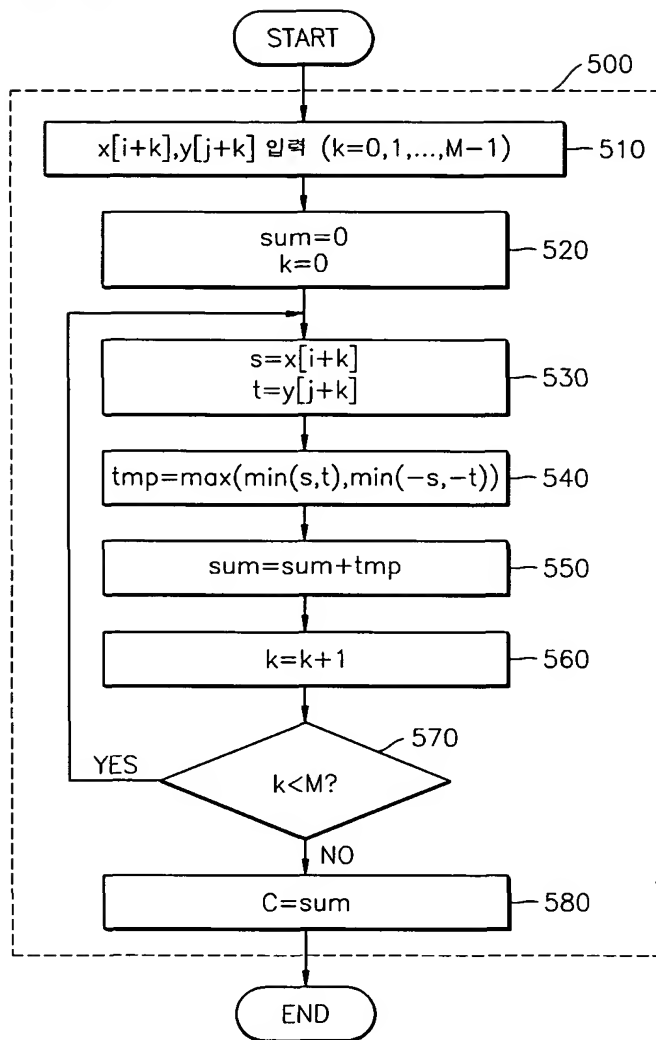
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

